

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-171333

(43)Date of publication of application : 15.07.1988

(51)Int.Cl.

G01L 3/10

(21)Application number : 62-002754

(71)Applicant : ATSUGI MOTOR PARTS CO LTD

(22)Date of filing : 09.01.1987

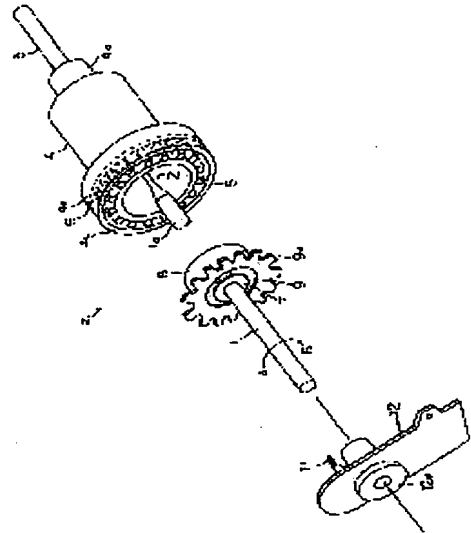
(72)Inventor : IO SHINICHI

## (54) TORQUE SENSOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To detect torque at low cost by converting torsional displacement to change in magnetic flux quantity by a prescribed structure and detecting the change in the magnetic flux quantity in non-contact.

**CONSTITUTION:** A first shaft 1 is connected to a second shaft 3 via a small diameter portion 2 for reducing torsional rigidity a little. The projection 4a of a cylindrical mold member (nonmagnetic material) 4 is fixedly attached to the circumferential surface of the shaft 3 such that the projection 4a wraps the small diameter portion 2. The member 4 constitutes a torque detecting mechanism together with a pickup member 8, a Hall element 11 and the like. The magnetic body embedding portion 4b of the member 4 is alternately and concentrically arranged with eight magnetic bodies 5a positioned so as to be directed toward a pole N and eight magnetic bodies 5b positioned so as to be directed toward, a pole S, both on the end surface 4c of the magnetic body embedding portion 4b. When magnetic force generated from the magnetic bodies 5a and 5b is detected, torsional displacement produced between the shafts 1 and 3 is caught as change in a gap space between the magnetic bodies 5a and 5b and projected teeth 9a. The change in magnetic flux quantity produced by the change in the gap space is accurately detected as indicating a torque by the element 11 provided in non-contact with the member 8.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

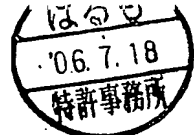
[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-171333

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>  
G 01 L 3/10

識別記号 庁内整理番号  
F-7409-2F

⑭ 公開 昭和63年(1988)7月15日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 トルクセンサ

⑯ 特 願 昭62-2754

⑰ 出 願 昭62(1987)1月9日

⑱ 発 明 者 猪 尾 伸 一 神奈川県厚木市恩名1370番地 厚木自動車部品株式会社内  
⑲ 出 願 人 厚木自動車部品株式会 神奈川県厚木市恩名1370番地  
社  
⑳ 代 理 人 弁理士 有我 軍一郎

# 明 細 書

## 1. 発明の名称

トルクセンサ

## 2. 特許請求の範囲

第1シャフトの先端部を限れ変位の発生が可能な構造として第2シャフトに連結し、この連結部の周囲を取り囲むように所定数のN極あるいはS極を固定磁極として配設して第2シャフトに固定し、該固定磁極と同数の第1ピックアップ路を各固定磁極の中間位置に対向するように配設し、この第1ピックアップ路を流れる磁束を前記各磁極に帰還させる第2ピックアップ路を配設するとともに、第1、第2ピックアップ路を流れる磁束の量を検出する磁気検出素子を第1シャフトに非接触で設け、第2シャフトに対して第1シャフトが限れ変位したとき変位前に各固定磁極の中間位置にある第1ピックアップ路が変位後にこの中間位置から外れて固定磁極側に近接することによって第1、第2ピックアップ路を流れる磁束量を変化

させ、この磁束の変化から第2シャフトに対する第1シャフトの限れ変位を検出するようにしたことを特徴とするトルクセンサ。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はトルクセンサ、特に回転トルクを非接触で測定するトルクセンサに関する。

(従来の技術)

一般に、回転駆動力によって駆動される機器の数は非常に多く、その適用分野は多岐に亘っている。このような機器の制御にはトルク制御が重要な位置を占める場合が少なくない。すなわち、トルクは回転駆動系の制御を行う際の最も基本的かつ重要なパラメータの1つであり、トルクと回転数の情報を得るとそれらの積が馬力に比例するので動力の発生状態および伝達状態を把握することが可能になる。

従来のトルクセンサとしては、例えばこれを車両のステアリングホイールへ加えられる操舵力を検出する操舵力検出装置に適用したものと、

特開昭54-17228号公報に記載のものがある。この装置では、ステアリングホイールとステアリングシャフトとを弾性体を介して連結し、操舵時に操舵トルクの大きさに応じて弾性体に生じる捩れ作用によりステアリングホイールとステアリングシャフトとの間に生じる相対捩れ変位をステアリングホイールとステアリングシャフトとの間に介装された接点のON-OFFにより検出している。ところが、このような装置では捩れ変位によりON-OFFされる接点やマイクロスイッチ等を配設するため、これらの接点の配設に高度な工作精度が要求され、また、ONとなる相対捩れ変位量やOFFとなる相対捩れ変位量を個々に設定するのが困難であるという問題点がある。また、特開昭55-44013号公報に記載の装置は、ステアリングホイールから操舵トルクが伝達される入力軸にストレインゲージ等の電気的変位検出部を設け、ステアリングホイールから入力する操舵トルクと操舵抵抗との差に応じて生ずる入力軸の相対捩れ変位を検出するものであるが、入

力軸の捩れ変位を検出するのにストレインゲージ等の電気的変位検出器を入力軸に固着させていたため、温度変化の影響を受け易く、その作動が不安定で、信頼性に欠けるという問題点があった。

そこでこのような不具合を解消するものとしてさらに、特開昭58-194664号、特開昭58-218627号、特開昭58-105877号、実開昭57-192872号、実開昭58-101153号、特開昭58-5626号、特開昭61-21861号の各公報に示されたようなものが知られている。

例えば、特開昭58-194664号に記載の装置では、一端がステアリングホイールに連結され他端がステアリングギアに連結されたコラムシャフトを分割し、この分割された2つのシャフトが弾性体を介して相対的な回動変位を可能にするように連結された操舵装置に設けられ、これら2つのシャフトの相対回動変位を軸方向変位に変換して、軸方向変位の大きさによりステアリングホイールに加えられる操舵力を検出している。また、

トーションバー機構の捩りを静電容量の変化に変換したものととして上記特開昭61-21861号に記載されたものがある。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、このような従来の装置にあっては、トーションバー機構の捩れ変位をスイッチ等の部材を用いて検出するものや相対回動変位を軸方向変位に変換するもの等のいわゆる接触型のトルクセンサでは、構造が複雑で検出器の機構的、電気的部品点数が多く、かつ取付けに際して相当の精度が要求されるため、製造コストの増大を招くばかりか温度・湿度等の環境変化により検出精度が悪化することがある。すなわち、センサとしてトルクの検出を行う場合、回転軸が対象であるため、耐摩耗性、保安性等の信頼性の面から非接触型のトルクセンサが望ましい。一方、非接触型のトルクセンサであっても、例えば捩れ変位の量を光電的に検出するようにしたもの(上記特開昭58-5626号公報参照)では、特に汚れの激しい場所で使用できないことがある。また、以上

のような問題点に加えて接触型、非接触型の何れのトルクセンサにあっても、従来の装置では静止トルクの検出は相当困難であって、これらの諸問題を解決したトルクセンサは未だ実現されていない。

このように、エンジンや電動機等の回転駆動部をコントロールする際に極めて重要なパラメータとなる回転および静止トルクを非接触で正確に低コストで検出できるトルクセンサの出現が望まれている。

(発明の目的)

そこで本発明は、温度・湿度等の環境変化や汚れによる影響を受けない磁界という物理量に着目し、捩れ変位を所定の構造により磁束量の変化に変換し、この磁束量の変化を非接触で検出して捩れ変位を測定することにより、構造が簡単で応答性が良く静止、回転に拘らず低コストでトルクを検出できる非接触型のトルクセンサを提供することを目的としている。

(問題点を解決するための手段)

本発明によるトルクセンサは上記目的達成のため、第1シャフトの先端部を振れ変位の発生が可能な構造として第2シャフトに連結し、この連結部の周囲を取り囲むように所定数のN極あるいはS極を固定磁極として配設して第2シャフトに固定し、該固定磁極と同数の第1ピックアップ路を各固定磁極の中間位置に対向するように配設し、この第1ピックアップ路を流れる磁束を前記各磁極に帰還させる第2ピックアップ路を配設するとともに、第1、第2ピックアップ路を流れる磁束の量を検出する磁気検出素子を第1シャフトに非接触で設け、第2シャフトに対して第1シャフトが振れ変位したとき変位前に各固定磁極の中間位置にある第1ピックアップ路が変位後にこの中間位置から外れて固定磁極側に近接することによって第1、第2ピックアップ路を流れる磁束量を変化させ、この磁束の変化から第2シャフトに対する第1シャフトの振れ変位を検出するようにしている。

(作用)

(実施例)

以下、本発明を図面に基づいて説明する。

第1～5図は本発明の一実施例を示す図であり、第1図は本実施例の分解斜視図、第2図は縦断側面図、第3図は正面図である。

まず、構成を説明する。第1図において、1は第1シャフトであり、第1シャフト1は振れ剛性を若干低くするための小径部2を介して第2シャフト3に連結されており、図中A、Bで示すような第1シャフトの円周方向の回転力を小径部2を経由して第2シャフト3に伝達する。また、第2図の縦断側面図に示すように第2シャフト3の外周面3aには小径部2を包み込むようにして成形された円筒形のモールド部材(非磁性材)4の突端部4aが嵌合・固着されており、モールド部材4は後述するピックアップ部材8およびホール素子11等と一対となってトルク検出機構21を構成している。一方、モールド部材4の他端側にはドーナツ型の磁性体埋込み部4bが形成され、磁性体埋込み部4bは軸方向に対して垂直となるよう

本発明では、第1シャフトの先端部が振れ変位の発生が可能な構造として第2シャフトに連結され、この連結部の周囲を取り囲むように所定数のN極あるいはS極が固定磁極として配設されて第2シャフトに固定されるとともに、該固定磁極と同数の第1ピックアップ路が各固定磁極の中間位置に対向するように配設され、この第1ピックアップ路を流れる磁束を前記各磁極に帰還させる第2ピックアップ路が配設される。また、第1、第2ピックアップ路を流れる磁束の量を検出する磁気検出素子が第1シャフトに非接触で設けられる。そして、第2シャフトに対して第1シャフトが振れ変位したとき変位前に各固定磁極の中間位置にある第1ピックアップ路が変位後にこの中間位置から外れて固定磁極側に近接することによって第1、第2ピックアップ路を流れる磁束量に変化し、この磁束の変化から第2シャフトに対する第1シャフトの振れ変位が非接触で検出される。したがって、構造が簡易で応答性が良く静止・回転に拘らず低コストでトルクが精度良く測定できる。

な切断面(端面)4cを有し、磁性体埋込み部4bには端面4cにN極を密むように配置した磁性体5が同心円状でかつ等間隔になるように16個配設されている。さらに、各磁性体5の他端部は円環状のコモンリング6に連結されており、コモンリング6は各磁性体5から発する磁界について閉ループ状の磁気通路の一部を形成する。コモンリング6および各磁性体5は磁性体埋込み部4b内に埋設され、非磁性体からなる磁性体埋込み部4bと一体形成されている。なお、本実施例では磁性体5の個数を16個としているが勿論これには限定されず、等間隔で密むものであれば他の個数の態様のものでもよく、また、切断面4cにS極を密むものでもよい。

一方、第1シャフトの小径部2側の外周面1aには円筒フランジ型磁路材(第2ピックアップ路)7が嵌合・固着されており、円筒フランジ型磁路材7の一端部7aはコモンリング6の内周面6aと微小空隙(ピボットエアギャップ)を有するように第2シャフト3側に延長されている。

また、円筒フランジ型磁路材7の他端部7bは後述する円環状の磁路材(第1ピックアップ路)9の内周面9bと所定の微小空隙を有して対向するように軸方向に対して垂直に折り曲げられており、円筒フランジ型磁路材7の外周面7cには非磁性材からなるピックアップ部材8が嵌合・固着されている。ピックアップ部材8には他端部7bの先端側から軸方向側に微小空隙8aが形成されており、ピックアップ部材8の外周側端面8bには円環状の磁路材9が切断面4cに面し、かつ切断面4cと微小空隙を有するように配設されている。円環状の磁路材9には各磁性体5の中間位置に対向する16個の歯形突出部9aが形成されている。ところで、円筒フランジ型磁路材7、円環状の磁路材9は前記の磁性体5と同様に非磁性体からなるピックアップ部材8に一体形成されており、定常時(すなわち、トルクが0のとき)では第3図の正面図に示すように磁性体5が円筒フランジ型磁路材7の丁度中間に位置するように構成されている。したがって、磁性体5から円環状の磁路材

9の歯形突出部9aに至るまでのギャップ空間は何れも等しいものとなる。ここで、コモンリング6、円筒フランジ型磁路材7および円環状の磁路材9は磁力線を通し易い材質のものが望ましく、例えばパーマロイ、フェライト等で作られている。さらに、上述した円環状の磁路材9の歯形突出部9aと円筒フランジ型磁路材7の端部7bとの間には磁路材やピックアップ部材8と非接触でかつ歯形突出部9aから端部7bに(あるいは端部7bから歯形突出部9aに)かかる磁界と直角となるような位置にホール素子(磁気検出素子)11が1個あるいは複数個配設され、ホール素子11はプリント基板12に接着材等で固着される。プリント基板12上にはホール素子11からの信号を検出・処理するための部材(図示せず)が配設されるとともに、プリント基板12はプリント基板に固着する支持部材12aを介して第1シャフト1に回転変位自在に嵌合される。なお、ホール素子11は固体のホール効果を利用したセンサであり、磁界の強さに比例した出力電圧を発生する素子であるが従来

公知のものと同様のものが使用可能であるので詳しい説明は省略する。

次に、作用を説明する。

本発明に係るトルクセンサは、第1シャフト1と第2シャフト3との間に生じた誤れ変位を磁性体5と歯形突出部9aとの間のギャップ空間の変化としてとらえ、このギャップ空間の変化により生じた磁束量の変化をホール素子11により非接触で検知してトルクを検出している。続いて、第4図を用いて本発明の基本的な考え方を述べる。第4図(a)は定常時におけるトルク検出機構21の一部を模式的に示す斜視図であり、同図(b)は回転力が円周方向Aの向きに加わった場合を示し、同図(c)は回転力が円周方向Bの向きに加わった場合を模式的に示している。

#### 定常時

トルクが加わっていないので第4図(a)に示すように各磁性体5から円環状の磁路材9の歯形突出部9aに至るまでのギャップ空間はどの場所においても一律である。したがって、同図に示す

ように歯形突出部9aと歯形突出部9aを挟む1対の磁性体5とを例に採り説明することができる。いま、磁性体5のN極から発した磁束は矢印で示す如く、ギャップ空間歯形突出部9a、内周面9bを経てホール素子11に至り、ホール素子11を直交して円筒フランジ型磁路材7の端部7b、7a、ピボットエアーギャップおよびコモンリング6を経由して元の磁性体5のS極に帰還する閉ループを形成している(このときの磁束を $\Phi$ と呼ぶ)。この場合、ホール素子11に印加する磁界の強さは、實際上、透磁率の大きい磁路材やコモンリング6に比して透磁率が極めて小さいギャップ空間あるいはピボットエアーギャップの大きさの差異により決定されるが、定常時ではこのギャップ空間は比較的大きいことから、ホール素子11に印加される磁界の強さは殆どゼロとなりトルクは検出されない。ところで、円筒フランジ型磁路材7、円環状の磁路材9およびコモンリング6の各部材は定常時、非定常時とも共通の磁気通路を形成していることから、これら各部材に経年変化等による劣

化があってもトルクの検出精度の低下を来たさない。

#### 非定常時（トルクが加わった場合）

第4図(b)に示すように回転力が円周方向Aの向きに加わったときあるいは同図(c)に示すように回転力が円周方向Bに加わったときは何れも磁性体5から歯形突出部9aまでのギャップ空間は小さくなり、これに伴って磁路抵抗は減少してゆく。したがって、回転力に応じて磁束は大きくなってゆき、その程度はAあるいはB方向に加わる振れ角の大きさに比例する。その結果、第5図に示すように発生トルクの大きさや静止トルクを適切に検出することができる。

このように、本実施例では磁性体5から発した磁気力をホール素子11で検知する際に、第1シャフト1と第2シャフト3との間に生じた振れ変位が磁性体5と歯形突出部9aとの間のギャップ空間の変化としてとらえられ、このギャップ空間の変化により生じた磁束量の変化がトルクを示すものとしてピックアップ部材8と非接触で設けられ

動車の操舵力検出用としてステアリング装置に適用すれば操舵力の制御に極めて好適である。

なお、本実施例では回転トルク検出の例として回転角が $\pm 6^\circ$ のみの態様を示しているが、これに限らず、例えば磁性体や磁片およびシャフトの振れ剛性を調節することにより用途に応じた回転トルクをも検出できることは勿論である。

また、本発明では第1シャフトの先端部を振れ変位の発生が可能な構造として第2シャフトに連結する構成としているが、この第1シャフトと第2シャフトとは別々の部材であっても、あるいは本実施例のように第1、第2実施例とも1本の部材で形成されるものであってもよいことは言うまでもない。

さらに、本実施例では磁気検出素子（ホール素子）を1個用いた例を示したがこれには限定されず、磁気検出素子を複数個設けてもよい。例えば第1シャフト1の軸線を中心として $180^\circ$ の角度に相対する位置に2個の磁気検出素子を設けるようにすれば、偏芯等の影響によるトルク・リップル

たホール素子11により正確に検知される。したがって、従来の問題点で述べたように、相対回転変位を軸方向変位に変換するもの等の従来装置に比して回転部分がなく構造を極めて簡素にすることができ、応答性や信頼性に優れ、かつ測定精度の良いトルクセンサを低コストで実現することができる。特に、本実施例では磁路の構造が非常にシンプルであることから、部品点数の削減や取付コストの低減を図ることができる。また、構造が簡単なことに加えてモールド部材4やピックアップ部材8の取り付け後にホール素子11等の調整を行うことができるため、これら各部材の取り付けにおいて高い精度の要求される困難な作業を必要としない。しかも、本発明では回転トルクの情報を非接触で検出しているので、測定精度面の向上は元より、耐摩耗性、保安性等の信頼性を飛躍的に向上させることができるばかりか、従来の装置では測定が困難であった静止トルク、回転トルクの双方をも精度よく検出することができる。

以上のような特徴を有する本発明を例えば、自

分を相殺することができ、検出精度をより一層高めることができる。

#### (効果)

本発明によれば、第1シャフトの先端部を振れ変位の発生が可能な構造として第2シャフトに連結し、この連結部の周囲を取り囲むように所定数のN極あるいはS極を固定磁極として配設して第2シャフトに固定し、該固定磁極と同数の第1ピックアップ路を各固定磁極の中間位置に対向するように配設し、この第1ピックアップ路を流れる磁束を前記各磁極に帰還させる第2ピックアップ路を配設するとともに、第1、第2ピックアップ路を流れる磁束の量を検出する磁気検出素子を第1シャフトに非接触で設け、第2シャフトに対して第1シャフトが振れ変位したとき変位前に各固定磁極の中間位置にある第1ピックアップ路が変位後にこの中間位置から外れて固定磁極側に近接することによって第1、第2ピックアップ路を流れる磁束量を変化させ、この磁束の変化から第2シャフトに対する第1シャフトの振れ変位を検出

するようにしているの、構造が簡単で応答性が良く静止、回転に拘らず低コストでトルクを検出できる非接触型のトルクセンサを提供することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

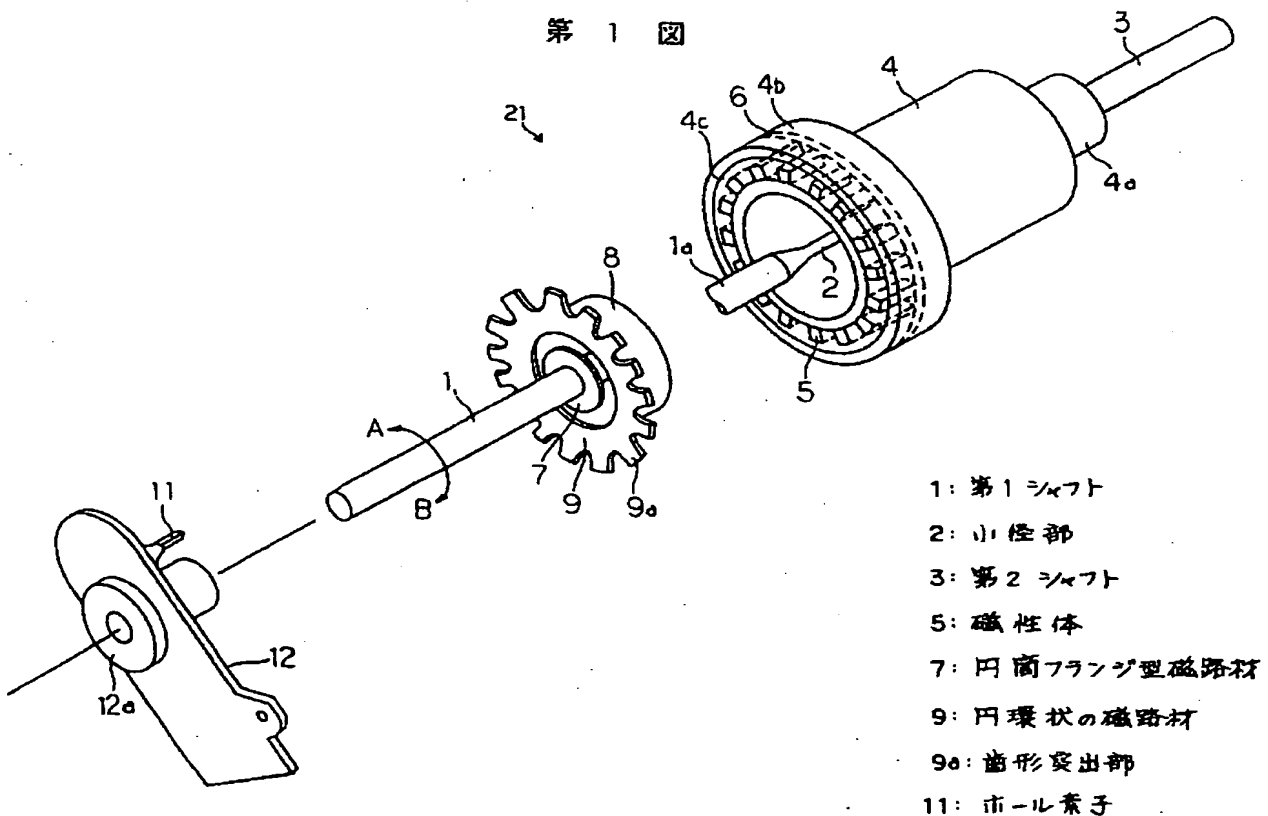
第1～5図は本発明に係るトルクセンサの一実施例を示す図であり、第1図はその分解斜視図、第2図はその縦断側面図、第3図はその正面図、第4図(a)はその定常時の作用を説明するために模式的に示した斜視図、第4図(b)はその一方の方向にトルクが加わった場合の作用を説明するために模式的に示した斜視図、第4図(c)はその他方の方向にトルクが加わった場合の作用を説明するために模式的に示した斜視図、第5図はその効果を説明するための回転トルクの特性格図である。

- 1 …… 第1シャフト、
- 2 …… 小径部、
- 3 …… 第2シャフト、
- 5 …… 磁性体、

- 7 …… 円筒フランジ型磁路材(第2ピックアップ路)、
- 9 …… 円環状の磁路材(第1ピックアップ路)、
- 9a …… 歯形突出部、
- 11 …… ホール素子(磁気検出素子)。

代理人 弁理士 有我 軍 一 郎

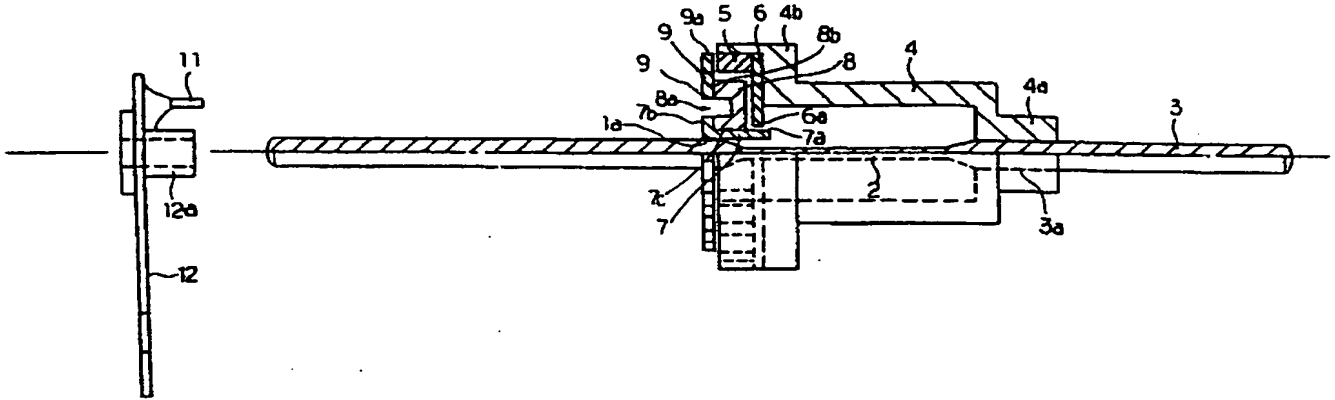
第 1 図



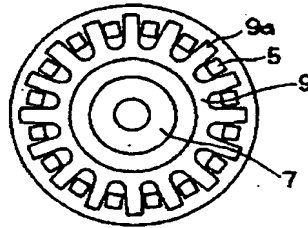
- 1: 第1シャフト
- 2: 小径部
- 3: 第2シャフト
- 5: 磁性体
- 7: 円筒フランジ型磁路材
- 9: 円環状の磁路材
- 9a: 歯形突出部
- 11: ホール素子



第 2 図

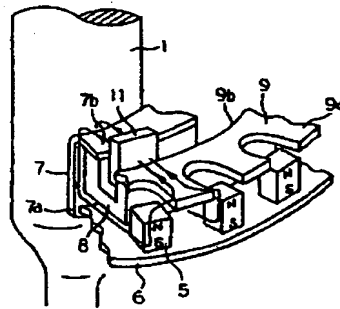


第 3 図

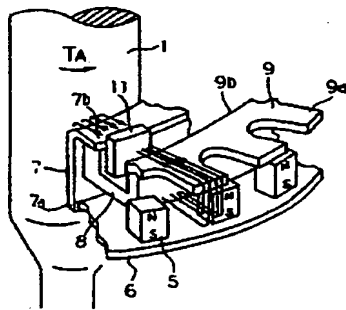


第 4 図 (a)

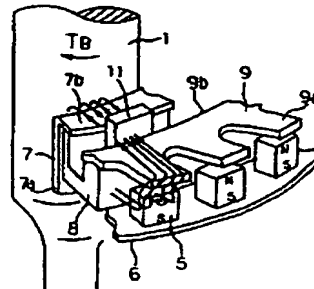
正常時



第 4 図 (b)



第 4 図 (c)



第 5 図

